

168695-032300

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1017 U.S. PTO
09/931996
08/17/01

#6

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-381652

出 願 人

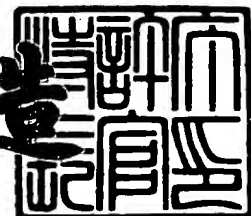
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3065355

【書類名】 特許願

【整理番号】 D00009451A

【提出日】 平成12年12月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 20/18

【発明の名称】 デジタルデータ記録再生方法

【請求項の数】 18

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
 製作所デジタルメディア開発本部内

 【氏名】 星沢 拓

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日
 立製作所システム開発研究所内

 【氏名】 平 重喜

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
 製作所デジタルメディア開発本部内

 【氏名】 川前 治

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100075096

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013088

 【納付金額】 21,000円

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-371486

【出願日】 平成12年12月 1日

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902691

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルデータ記録再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、

該記録媒体へデータを記録するための誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 2】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、

該記録媒体へデータを記録するためのデータ変換過程で生成される誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 3】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、

該記録媒体へデータを記録するための複数種類の誤り訂正符号からなる積符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 4】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、

該記録媒体へデータを記録するための誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列のうち、識別情報以外の部分について前記複数のワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 5】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、

該記録媒体へ記録するためのデータに誤り訂正用データを付加して誤り訂正符号を生成し、

該誤り訂正符号を構成するデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替え、

該ワードの順序を並べ替えたデータ列を変調し、
該変調されたデータ列を前記記録媒体に記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 6】

記録媒体へデータを記録するデータ記録方法であって、
該記録媒体へ記録するためのデータに誤り訂正用データを付加して誤り訂正符号を生成し、
該誤り訂正符号を構成するデータ列について、識別情報以外の部分について該データ列を形成するワードの順序を並べ替え、
該ワードの順序を並べ替えたデータ列を変調し、
該変調されたデータ列を前記記録媒体に記録することを特徴とするデータ記録方法。

【請求項 7】

前記ワードの順序の並べ替えは、所定のインターリーブ規則に従って行われることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 8】

前記ワードの順序の並べ替えは、前記データ列毎に異なるインターリーブ規則に従って行われることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 9】

前記ワードの順序の並べ替えは、前記データ列に応じて複数のインターリーブ規則に従って行われることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 1 0】

前記インターリーブ規則は、M 系列に従った規則であることを特徴とする請求項 7 から 9 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 1 1】

前記インターリーブ規則は、等差数列に従った規則であることを特徴とする請求項 7 から 9 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 1 2】

前記データ列における前記ワードの順序の並べ替えは、複数個のワードを一組として行うことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 1 3】

前記データ列における前記ワードの順序の並べ替えは、複数個のワードを組とし、該組単位で前記複数個のワードからなる組の順序を並べ替えて行うことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか記載のデータ記録方法。

【請求項 1 4】

前記複数個のワードからなる組は、二個のワードからなることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 記載のデータ記録方法。

【請求項 1 5】

記録媒体に変調して記録されたデータを再生するデータ再生方法であって、
該記録媒体に記録されたデータ列を復調し、

復調された所定の規則に従って並べ替えられたデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替えられる前の順序のデータ列に戻し、

該並べ替えられる前の順序のデータ列に戻された誤り訂正符号に含まれる誤りを訂正し、

該誤りを訂正されたデータを再生することを特徴とするデータ再生方法。

【請求項 1 6】

記録媒体にデータを記録するデータ記録装置であって、

該記録媒体にデータを記録するための誤り訂正符号を生成する回路と、

該誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替える信号処理回路と、

該ワードの順序を並べ替えたデータ列を変調する変調回路とを有することを特徴とするデータ記録装置。

【請求項 1 7】

前記信号処理回路は、前記誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を所定の規則に従って並べ替えることを特徴とする請求項 1 6 記載のデータ記録装置。

【請求項 1 8】

記録媒体に変調して記録されたデータを再生するデータ再生装置であって、
該記録媒体に記録されたデータ列を復調する復調回路と、
該復調回路により復調され、所定の規則に従って並べ替えられたデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替えられる前の順序のデータ列に戻す信号処理回路と、
該信号処理回路により並べ替えられる前のデータ列に戻された誤り訂正符号に含まれる誤りを訂正する回路と、
該誤りを訂正する回路により誤りを訂正されたデータを再生する再生回路とを有することを特徴とするデータ再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エラーを取り除くために誤り訂正技術、特に積符号による誤り訂正を利用するデジタルデータ再生方法、デジタルデータ記録方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

本発明は積符号の誤り訂正を行うデジタルデータ再生システム・記録システムで広く応用可能であるが、ここではDVDのデータ再生システム、データ記録システムを例として説明を行う。

【0 0 0 3】

DVD (digital versatile disc) は、CD (compact disc) の約7倍の容量をもつ媒体である。DVDにデータを記録する媒体としては、DVD-RAMやDVD-R、DVD-RWがある。記録できるメディアは、近年のCD-Rの成長に見られるように、今後最も期待できる分野である。

【0 0 0 4】

以下、DVD-RAMのフォーマットについて説明する。データは、データユニット1、データユニット2及びデータユニット3と呼ばれる信号処理の段階（記録時のデータ処理過程）に従って処理される。

【 0 0 0 5 】

データユニット 1 は、図 3 および図 4 に示されるように 2 0 4 8 バイトのメインデータと、4 バイトのデータ識別信号 (I D 4 0 1) 、 I D の誤り検出符号パリティである I E D 4 0 2 (I D Error Detection Code) 、及び予備領域として R S V 4 0 3 (reservation bytes) 6 バイトと、誤り検出符号 E D C 4 0 4 (Error Detection Code) の 4 バイトからなる 2 0 6 4 バイトのデータで、1 7 2 バイト×1.2 行の形式をとる。その後、2 0 4 8 バイトのスクランブルデータがデータユニット 1 3 0 4 のメインデータに加えられ、図 3 および図 4 の 3 0 5 の形式になる。

【 0 0 0 6 】

図 4 の I D 4 0 1 は、セクタ情報 (Data Field Information) 3 バイト及びセクタ番号 (Data Field Number) 1 バイトにより構成されており、E D C 4 0 4 は、スクランブル前のデータユニット 1 につけられた誤り検出符号である。

【 0 0 0 7 】

更に、図 5 のように 1 6 のデータユニット 1 3 0 5 を重ねてできる 1 7 2 バイト×1 9 2 行のデータフィールド 3 0 6 を情報データとして、図 6 の積符号 (クロスリードソロモン符号) を、1 7 2 列の各列を R S (2 0 8 , 1 9 2 , 1 7) 符号とする外符号を形成 (誤り訂正用データとして、外符号パリティ P O 5 0 2 を 1 6 バイト付加) した後、メインデータの並び及び DVD への記録方向と同一方向に P O 5 0 2 を含む 2 0 8 行を R S (1 8 2 , 1 7 2 , 1 1) とする内符号を形成 (誤り訂正用データとして内符号パリティ P I 5 0 1 を付加) して生成する。この 3 2 K B のメインデータからなる積符号を DVD における誤り訂正処理の単位として、E C C ブロック 3 0 7 と呼ぶ。

【 0 0 0 8 】

データユニット 2 は、E C C ブロック 3 0 7 形成後のデータユニットであり、1 6 行の P O 5 0 2 の各行を、図 7 が示すように P I 5 0 1 を含む各データユニットに 1 行ずつ挿入 (行インターリーブ) してできる 1 8 2 バイト×1 3 行からなるデータユニットである。

【 0 0 0 9 】

データユニット 3 は、データユニット 2 の 9 1 バイト毎の先頭に図 8 が示すよ

うに 8 種類の同期信号 801 (SYNC) を、ユニットの先頭に SY0 (SYNC コード 0)、また各行の特定はサイクリックに繰り返す SY1～SY4 と SY5、SY6、SY7 を加えて、8 ビットデータを 16 ビットデータに変換する 8/16 変調を施すことで得られるデータ列である。またこの SYNC801 の付け方から再生時、SYNC801 の発生パターンにより、再生されているデータのデータユニット 3 における位置を特定することができる。

【0010】

このようなデータユニット 1 から 3 への変換が行われた後、DVD に変調されたデータを NRZI (Non Return to Zero) 変換しながら記録する。

【0011】

また、ここで DVD に記録するメインデータの並びには、スクランブル、ECC エンコーディング、行インターリーブなどのデータ変換過程の間で一切変更はないため、DVD に記録されるデータの並び及びその順序とメインデータの並びと順序は同一となる。

【0012】

このため、DVD から読み出されたデータの復調処理は、通常、図 9 が示すように図 3 で行われたデータ処理の逆の過程で行われる。

【0013】

DVD に記録されたデータは、SYNC801 を用いてデータユニット 3 内の位置を決定しながら、8/16 復調を行い、ID401 を用いて ECC ブロック 307 におけるデータユニットの位置を決定しながら、行インターリーブを解除して、ECC ブロック 307 を形成する。

【0014】

DVD からの再生データはさまざまな要因により発生するエラーを含んでいるため、DVD に記録されているデータの並びと同じ並びの内符号に対する誤り訂正で各内符号あたり最大 5 バイト (通常、誤り訂正では符号を構成する各データを“ワード”や“シンボル”といった言葉で表すが、DVD では 1 ワード = 1 バイト = 8 ビットの関係が成り立つため、ここではデータの単位の例として“バイト”を用いて説明する) までのエラーの訂正が行われ、外符号に対する誤り訂正

で各外符号に含まれる最大 1 6 バイトまでのエラーの訂正を行い、エラーは取り除かれる。その後、ECCブロック307は誤り訂正データの P I 501、P O 502を取り除き、図 5 で示した 1 6 のデータユニット 1 にする。

【 0 0 1 5 】

データユニット 1 のデータはスクランブルを解除し、誤り訂正処理で誤訂正を起こしていないことを確認するために EDC を用いた誤り検出処理を行った後、再び ID、IED、RSV と 2 0 4 8 バイトのメインデータに復元される。

【 0 0 1 6 】

以上が DVD の記録時及び再生時に行われるデータ信号処理の概要である。

【 0 0 1 7 】

【発明が解決しようとする課題】

DVD の再生時において図 9 を用いて説明した誤り訂正処理では、DVD に記録されたデータと同一の並びを持つ内符号の誤り訂正が行われる。

【 0 0 1 8 】

DVD 上のデータ配置と ECC ブロック上のデータ配置の関係は図 1 0 の (A-2) の黒い部分が示すように連続して発生したエラーに対してはエラーを分散させず、内符号に対する誤り訂正で数箇所の訂正不能が発生した後、外符号に対する誤り訂正でこの結果を用いて消失訂正を行うことで比較的長いバーストエラーに対して誤り訂正を可能とする点で効果的である。

【 0 0 1 9 】

しかし、図 1 0 の (A-1) の黒い箇所が示すようにランダムに発生する短いバーストエラーが特定の外符号で重なってしまい、内符号に対する誤り訂正でそのバーストエラーに対して誤り訂正が不可能であり、その数が外符号で訂正できる数を超えてしまった場合、多くの外符号で訂正不能が生じる。

【 0 0 2 0 】

また、この短いバーストエラーは容量を増やすために記録データを高密度化するに伴って、現行、埃、傷などが原因で発生する数バイト程度のランダムエラーが短いバーストエラーとなって発生する。つまり、今後、技術開発が進むに連れて、対象とするエラーの平均長は長くなり、訂正不能が生ずる場合が増加するこ

とが予想される。

【 0 0 2 1 】

本発明の目的は、この課題を解決できる技術を提供することにある。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明の主な手段を以下に説明する。

【 0 0 2 3 】

本発明は、記録媒体ヘデータを記録するデータ記録方法であって、該記録媒体ヘデータを記録するための誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することにより、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 4 】

また、本発明は、記録媒体ヘデータを記録するデータ記録方法であって、該記録媒体ヘデータを記録するための誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列のうち、識別情報以外の部分について前記複数のワードの順序を並べ替えて前記記録媒体へ記録することにより、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 5 】

また、本発明は、記録媒体ヘデータを記録するデータ記録方法であって、該記録媒体へ記録するためのデータに誤り訂正用データを付加して誤り訂正符号を生成し、該誤り訂正符号を構成するデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替え、該ワードの順序を並べ替えたデータ列を変調し、該変調されたデータ列を前記記録媒体に記録することにより、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 6 】

また、本発明は、記録媒体に変調して記録されたデータを再生するデータ再生方法であって、該記録媒体に記録されたデータ列を復調し、復調された所定の規則に従って並べ替えられたデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替えられる前の順序のデータ列に戻し、該並べ替えられる前の順序のデ

ータ列に戻された誤り訂正符号に含まれる誤りを訂正し、該誤りを訂正されたデータを再生することにより、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 7 】

また、本発明は、記録媒体にデータを記録するデータ記録装置であって、該記録媒体にデータを記録するための誤り訂正符号を生成する回路と、該誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替える信号処理回路と、該ワードの順序を並べ替えたデータ列を変調する変調回路とを有するデータ記録装置により、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 8 】

また、本発明は、記録媒体に変調して記録されたデータを再生するデータ再生装置であって、該記録媒体に記録されたデータ列を復調する復調回路と、該復調回路により復調され、所定の規則に従って並べ替えられたデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並べ替えられる前の順序のデータ列に戻す信号処理回路と、該信号処理回路により並べ替えられる前のデータ列に戻された誤り訂正符号に含まれる誤りを訂正する回路と、該誤りを訂正する回路により誤りを訂正されたデータを再生する再生回路とを有することを特徴とするデータ再生装置により、誤り訂正能力の向上を図ったものである。

【 0 0 2 9 】

以上により、積符号の各行（ここでは行は記録媒体に記録されたデータの並びと同一の並びを持っているとして、話をする）を各行毎に異なる規則でバイトインターリーブした場合、つまり、DVDではECCブロック307の各内符号で異なる規則に従ってデータの並び替えを行った場合、数バイトから数10バイト程度の短いバーストエラーが各々の行で異なる度合いで分散されるため、従来図2の(A-1)のようであったエラーが、(B-1)のようになる。これは仮に(A-1)の外符号の誤り訂正で訂正不能が発生する場合においても、(B-1)では外符号上でエラー数が平均化されているため外符号に対する誤り訂正でデータに含まれるエラーをさらに減少させる確率が高くなる。

【 0 0 3 0 】

この効果は、ランダムエラーに対して効果がある内符号に対する誤り訂正、外

符号に対する誤り訂正を行った後、再度繰り返して同様の誤り訂正を行う反復復号を行うことで現在のDVDに比べさらに良い誤り訂正の特性を得ることが可能となることを意味する。

【 0 0 3 1 】

更に、インターリーブ処理を積符号の各行内で行う場合にはバースト訂正長は従来と同じだけ確保される。図10の(A-2)のように発生したエラーがバイトインターリーブにより(B-2)となっても外符号の形成するデータの並びの方向にデータ分散が発生しないためである。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図を用いて説明する。ここでも、DVDのデータ再生システム、データ記録システムを例として説明を行う。

【 0 0 3 3 】

図1は本発明を図3に示した現行のDVD論理フォーマットに適応した場合の記録時におけるデータ処理過程を示した一例である。ここでも、データの単位である“ワード”や“シンボル”を“バイト”として説明する。

【 0 0 3 4 】

この図において、追加されたPIインターリーブとは図2のようにDVDのECCブロックの各行182バイトのデータ(内符号)をある規則に基づいて順序を並びかえるバイトインターリーブ処理を示している。即ち、誤り訂正符号を構成する複数のバイトからなるデータ列について、該ワードの順序を並べ替える処理を示している。この際、ECCブロック中の208行の内符号でお互いに相関がない異なる変換規則(インターリーブ規則) $F_i(x)$ を使用することが最も先に述べたエラーの分散化という点での効果が大きくなる。しかし、最低2種類の変換規則(インターリーブ規則) $F_1(x)$, $F_2(x)$ を用いてこのPIインターリーブを行ってもエラーを分散させる効果を得ることはできる。また図2で示したデータ $D_{i,0}$, $D_{i,1}$, $D_{i,2}$, … , $D_{i,181}$ はECCブロックの*i*行目の内符号を構成するデータを示しており、 $D_{i,171}$, $D_{i,172}$, … , $D_{i,181}$ は内符号パリティPIに相当する。従って、PIインタ

ーリーブを行って生成される (B) のデータ列は必ず内符号であるわけではなくなる。

【 0 0 3 5 】

このデータの記録順序を並び替える P I インターリーブを複数の内符号間で行うことも可能である。この場合、ランダムエラーに対して、さらに高い訂正能力を得ることが可能となるが、バーストエラー長は短くなってしまう。

【 0 0 3 6 】

図 1 1 は図 1 の P I インターリーブ後の 1 E C C ブロックを示した図である。これは図 6 の E C C ブロックの各行を説明した P I インターリーブを行って変換された状態を示している。

【 0 0 3 7 】

図 1 2 は図 1 のデータ変換を行った後生成されたデータを D V D に記録し、それを再生した場合のデータ変換の流れを示している。

【 0 0 3 8 】

D V D に記録されたデータは、S Y N C を用いてデータユニット 3 内の位置を決定しながら、8 / 1 6 復調を行い、I D を用いて E C C ブロックにおける位置を決定しながら、行インターリーブを解除して、P I インターリーブ処理された図 1 1 が示す E C C ブロックを形成する。この後図 1 3 が示す $F_i(x)$ の逆変換である変換規則 $G_i(y)$ 、つまり変調時データ並び替えを行ってできた記号列 (A) を再び P I 符号 (B) に戻す変換を行う P I デインターリーブを各行に対して行い、図 6 の E C C ブロックに復元する。

【 0 0 3 9 】

この後、従来同様、内符号に対する誤り訂正で各内符号で最大 5 バイトまでのエラーの訂正を行い、外符号に対する誤り訂正で各外符号に含まれる最大 1 6 バイトまでのエラーの訂正を行う。その後、E C C ブロックは誤り訂正処理のために必要な誤り訂正用データ P I、P O を取り除き、図 5 で示した 1 6 のデータユニット 1 に復元され、スクランブルを解除し、E D C を用いた誤り検出処理を行った後、再び I D、I E D、R S V と 2 0 4 8 バイトのメインデータを得る。

【0040】

しかしながら、この説明で例として用いているDVDでは通常復調処理を図12のように行う際にIDを用いてECCブロック中の位置を決定するため、IDも記録時にPIインターリーブ処理してしまうとECC全ての行で異なるPIインターリーブを適用する際、IDを含む行のPIインターリーブの変換規則 $y = F_i(x)$ がわからず、PIデインターリーブで使用する $x = G_i(y)$ を決定できないためIDを探すことが大変困難となる。

【0041】

そのため積符号における位置を示す情報、DVDではID、IED(IDの信頼性を必要とする場合IEDも必要)をデータインターリーブの対象から外し、この情報を含む行はID、IED等の識別情報を除く176バイトのデータのみをPIインターリーブ処理する。

【0042】

これをDVDに適用した場合、図1のデータユニット2は図14のようになる。この場合、ID、IEDを除く全てのデータはスクランブルの対象となるため、PIインターリーブを解いてもとの内符号に復号するまでEDC、RSV等を含む識別情報を得ることができない。

【0043】

そのためRSV等に再生時ECCブロックを形成する前に必要となる情報が含まれる場合には、PIインターリーブの効果は若干弱くなってしまいが、ID同様そのデータもインターリーブの対象から外す必要が生じる。

【0044】

また、図14のようにID、IEDをPIインターリーブの対象から外す場合にはID、IEDを含む内符号の変換規則 $F_i(x)$ は $x = 1, \dots, 182$ とし、 x の値が図2が示すような位置アドレスを示す場合、 $F_i(n) = n$ ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)となる工夫をするか、 x 、 $F_i(x)$ を6から182と限定する。

【0045】

先に簡単に触れた図2について再度説明する。本発明を先に図6で説明した内

符号に P I インターリーブの変換規則 $F_i(x)$ により P I インターリーブを適応した場合のデータの並び方を示した図の一例である。内符号は 1 8 2 バイトのデータ列であり、(A) は P I、P O 付加後の内符号を示し、(B) は変換規則 $F_i(x)$ により P I インターリーブを行い、データの順序を並びかえた 1 8 2 バイトのデータ列を示す。ここで、(B) は 1 3 個おきにデータを並びかえた場合の例を示しているが、変換規則 $F_i(x)$ はこれに限定されず、不連続に並びかえる変換規則であればよい。

【 0 0 4 6 】

この変換規則 $F_i(x)$ を異なる P I インターリーブを行うために複数種類用意、DVD の場合、最大 2 0 8 種類用意し、内符号ごとに異なる変換規則を適用することにより、図 1 0 に示したとおり、ECC ブロック内の外符号上のエラー数が平均化されるため、外符号に対する誤り訂正が可能となる場合が増加する。このように内符号に異なる P I インターリーブを施し、記録媒体に記録することで、訂正能力を向上させることが可能となる。また、この効果は繰り返して復号した場合には、更に大きくなる。

【 0 0 4 7 】

次にこの P I インターリーブの変換規則を回路として実現する方法について説明する。まず始めに本発明を適用した場合の DVD の記録再生装置の構成の例を図 1 5 を用いて説明する。ここでは記録再生装置を例として説明するが、本発明は再生専用装置、記録専用装置にも適用可能である。

【 0 0 4 8 】

1501 は DVD 等の記録媒体で、1502 は記録媒体 1501 のデータの記録、再生を行うピックアップ、1503 はディスクを回転させるスピンドルモータである。また、1504 は光ピックアップ 1502 等の制御を行うサーボである。1505 は、記録媒体 1501 より読み出されたアナログ再生信号の波形等価処理、2 値化及び同期クロック生成を行うリードチャネルである。1506 は、読み出されたデータを 8 / 1 6 復調する復調回路、データに含まれたエラーを取り除く処理を行う誤りを訂正回路からなるデコーダ、1509a は再生時にデータを一時的に貯えておく RAM である。1509b は記録時、データを一時的に貯えておく RAM である。これは 1509a と兼用し

ても構わない。1514はレーザドライバである。1512は、記録時データの変調処理を施す変調回路、1513は、誤り訂正符号パリティ P I， P O付加を付加する誤り訂正符号を生成する回路、スクランブル処理を行うスクランブル回路などからなるエンコード処理回路である。1515は上位装置とのデータの入出力制御を行うインターフェース、1516はシステムを統括するマイコンである。尚、誤り訂正符号パリティ P I， P O付加を行う誤り訂正符号生成回路等としてマイコン使用することも可能である。

【 0 0 4 9 】

1517は本発明を実現する P I インターリーブ回路（内符号内のデータを図 2 のように並び替える信号処理回路）であり、1518は P I デインターリーブ回路（ P I インターリーブ解除を行う信号処理回路であり、図 1 3 で示した処理を行う）である。即ち、1517は誤り訂正符号を構成する複数のワードからなるデータ列について、該ワードの順序を並び替えるものであり、1518は並び替えられたデータ列について、該データ列を形成するワードの順序を並び替えられる前の順序のデータ列に戻すものである。

【 0 0 5 0 】

P I インターリーブ回路1517は 1 内符号内で閉じた P I インターリーブが施されているシステムでは最低182バイトデータを保管できるの S R A Mやレジスタを有しており、記録時には E C C ブロック生成後、 R A M 1509b から内符号単位でデータを読み出し、読み出されたままの並びで、つまり内符号の形でデータをレジスタに一時保管した後、所定の P I インターリーブ変換規則に従ってデータの並びを変換しながら、再び R A M 1509b にレジスタ上のデータを書き込んでいく。

【 0 0 5 1 】

P I デインターリーブ回路1518は 1 内符号内で閉じた P I インターリーブが施されているシステムでは最低182バイトデータを保管できるのレジスタや S R A Mを有しており D V D からデータが読み出された後の再生処理時において、 8 / 1 6 復調直後に R A M 1509a からデータを内符号単位で読み出し、その並びでデータをレジスタに一時保管した後、所定の P I インターリーブ変換規則に従って

データの並びを変換しながら、再びRAM1509a上にレジスタのデータを書き込んでいく。またこのPIデインターリーブ回路1518は内蔵するSRAM、レジスタの数を増やしてデコード処理回路1508内の復調回路直後に配置し、復調回路から出力されるデータをレジスタに直接入力して、内符号相当のバイトのデータ列をそろえた後、レジスタ上のデータをPIデインターリーブしながらRAM1509aに配置していく構成でも同様の処理が可能である。

【 0 0 5 2 】

次に、図15のPIインターリーブ回路及びPIデインターリーブ回路についての説明を行う。図19はM系列発生回路1901（最大周期列を発生させる回路、8ビットのレジスタ使用時には255が最大周期列（＝M系列）である。）を用いて、PIインターリーブ変換規則を規定するPIインターリーブ回路1517の一例である。またここではRAM1509bから読み出された内符号はすでにシフトレジスタ1902に格納されているとする。RAM1509bへの書込み制御信号として書込み要求信号、RAM1509bのアドレス（ただし、ここでは便宜上1から182とする）、書込みデータがあり、書込み要求信号が出力されている時にはRAM1509bからデータ書込みが行われたことを示す書込み要求受付信号が入力される。

【 0 0 5 3 】

この回路において、シフトレジスタ1902がシフトするタイミングは書込み要求受付信号が入力された場合、つまりデータ書込みが行われた場合である。またM系列発生回路1901も同様に書込み要求受付信号が入力された場合か、M系列発生回路1901で生成された1から255の信号（値の幅は1から255である必要はない、DVDでは内符号は182でここでは全ての内符号内のデータでのPIインターリーブを考えているため8ビットのM系列発生回路からの出力を使用する）が必要なアドレスを越えた場合つまり183以上の値であった場合、次の値に変化する。また書込み要求信号はM系列発生回路1901で作られたアドレスが要求生成判断回路1903で182以下と判断された場合出力される。

【 0 0 5 4 】

これはM系列発生回路1901で作られたアドレスが183を超えた場合にはPI

インターリーブ処理が行えないため、そのアドレスをスキップさせるためである。

【 0 0 5 5 】

図 2 0 は M 系列発生回路 1901 を用いて、P I インターリーブ変換規則を規定する P I デインターリーブ回路 1518 の一例である。またここでは R A M 1509a から読み出されたデータ列はすでにレジスタ 2001 に格納されているとする。

【 0 0 5 6 】

R A M 1509a への書込み制御信号として書込み要求信号、R A M 1509a のアドレス、書込みデータがあり、書込み要求信号が出力されている時には R A M 1509a からデータ書込みが行われたことを示す書込み要求受付信号が入力される。

【 0 0 5 7 】

この回路において、P I インターリーブ変換規則を規定した M 系列発生回路 1901 と同じ M 系列発生回路 1901 の値が 1 8 3 を超えたとき、M 系列発生回路 1901 から次の値が出力される。値が 1 8 2 以下のときには、書込み要求が発生し、この M 系列発生回路 1901 の値で選択されたデータ列の 1 バイトのデータがカウンタ 2002 が示すアドレスに書き込まれる。また書込みが行われた際には書込み要求受付信号が入力されるため、アドレスを生成するカウンタ 2002 が次の値を示し、M 系列発生回路 1901 も次の値を示す。

【 0 0 5 8 】

この回路においても M 系列発生回路 1901 で作られた値が 1 8 3 を超えた場合には P I デインターリーブ処理が行えないため、その値をスキップさせる仕組みは必要となる。

【 0 0 5 9 】

またこれらの回路において、I D を含む内符号においてはアドレスが要求生成判断回路において 1 から 6 のときには、1 8 3 以上と同じ扱いとする（R A M 1509b 上にある元の内符号、つまりレジスタ 1902 に格納された内符号に P I インターリーブを施したデータ列を上書きする場合には I D、I E D を R A M 1509b に書き込む必要はない、また R A M 1509b 上の別のエリアに格納する場合には I D、I E D は所定の位置に書き込む仕組みを追加する）。

【 0 0 6 0 】

ただし、IDを含む内符号のための対策はアドレスにオフセットを加えるなどでも容易に実現できる。

【 0 0 6 1 】

図19、図20で用いたPIインターリーブ規則を規定するM系列は次の組み合わせで多種類（DVDで全ての内符号を異なるPIインターリーブ変換規則で必要な208種類以上）生成することが可能である。

【 0 0 6 2 】

これは以下の1、2を組み合わせるだけでも容易に実現できる。

【 0 0 6 3 】

- 1、M系列を発生させるシフトレジスタの帰還の種類を替える（図16の（A）と（B）の関係に相当）
- 2、シフトレジスタから出力されるデータの位置を並びかえる（図16の（A）と図17（A）の関係に相当）

例えば、図1のデータユニット2の単位、つまり図14のデータユニットの単位でM系列を発生させる回路の帰還規則を変化させ、データユニット2の13の内符号でそれぞれシフトレジスタから出力されるデータの位置の並び替えを行うことにすれば、208種類の異なるPIインターリーブ変換規則を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

また図17の（B）が示すようにあるビットの極性を変化させても異なるM系列が生成される。ただし、この場合にはM系列から0が出力されることもあり、またレジスタが全て0のときの値、図17の（B）では8'hAA（=170）のアドレスは生成されないため、得られた値から-170した値をアドレスとするなどといった工夫が必要となるが、PIインターリーブ規則を規定するM系列として使用できる。また同様に論理和、論理積、否定を組み合わせた論理回路を用いてアドレスを変換できることは明らかである。

【 0 0 6 5 】

図23（A）が示すように、前に示した図16、図17のM系列発生回路1901

から出力される値に、各行で異なる値（ただし、同一行では固定値）を足した値もM系列であり、本発明のP I インターリーブ変換規則として用いることが可能である。ただし、この場合には、足し算を行うことで発生する9ビット目（MS B）への桁上がりは無視する。

【 0 0 6 6 】

またこの図の足し算回路2302を図 2 3 （ B ） のように掛け算回路2303とし、各行に対応する固定値を有限体GF（ 2^8 ）上で掛け算して得られた値もM系列であり、本発明のP I インターリーブ変換規則として用いることができる。行カウンタ2301は、積符号内の内符号の位置、即ち行アドレスをカウントする。

【 0 0 6 7 】

また本発明のP I インターリーブを行う目的を達成するため、つまり数バイト単位でランダムに生じるバーストエラーを全ての外符号に均等に分散させるための回路的に最も単純な複数のP I インターリーブ変換規則発生方法として図 1 9 のM系列発生回路1901の初期値を行に応じて変更する方法がある。これは同一のM系列発生回路1901から発生されるM系列をずらして発生させることを意味する。一例として、行アドレスをP I インターリーブ変換規則の初期値として代入する方法がある。これにより少なくとも182種類のP I インターリーブ変換規則が生成される。ただし、208行全ての行で異なるP I インターリーブ変換規則を用いるために他のP I インターリーブ変換規則発生方法と組み合わせる必要は生じる。なお、M系列を行に応じて変更できる手法であれば、上記の例以外の手法であっても構わない。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 のP I インターリーブ回路1517及びP I デインターリーブ回路1518をM系列発生回路1901を利用せずに別の方法で実現することも可能である。

【 0 0 6 9 】

これはM系列発生回路1901の変わりにP I インターリーブ変換規則を図 1 8 の（ A ）（ B ）のようにROMまたは回路で実現する方法である。しかし、これは多くのP I インターリーブ変換規則を利用する場合には回路規模を考慮すると適してはいないが、数種のP I インターリーブ変換規則のみを必要とする場合には

有効である。また、ランダム特性を上げるために P I インターリーブ規則を内符号上で隣合うデータが離れる距離を管理するなどアドレスを自由に設定できる点でさらに本発明による高い効果を期待できる。

【 0 0 7 0 】

また P I インターリーブ変換規則として M 系列以外のものとして、等差数列を用いる方法がある。

【 0 0 7 1 】

ここでは P I インターリーブ規則として、DVD の P I インターリーブ規則としては、任意の 1 8 2 個の数字を使用すれば良いので 0 から 1 8 1 を用いることとする。

【 0 0 7 2 】

これは内符号の並びを等差数列に従って並びかえる方法、例えば 3 ずつ増加する数列を用いた場合、0, 3, 6, 9, ..., 1 7 7, 1 8 0, 1, 4, 7, ..., 1 7 8, 1 8 1, 2, 5, 8, ..., 1 7 6, 1 7 9 の P I インターリーブ規則に従って、内符号上のデータの位置を配列しなおす方法である。

【 0 0 7 3 】

この場合、各行異なった定数を増加分として使用する必要があるが、1 8 2 に対して互いに素である数を定数として利用した場合、1 8 1 を超えた数についてはその数から 1 8 2 を引いた数をその数とし利用することができるが、互いに素でない数を定数とした場合には、例えば 2 の場合には、0, 2, 4, 8, ..., 1 8 0, 0, 2, 4, ... となってしまうため、2 回同じ数が出ないように 1 8 2 を超えるときに 1 を加えるなどといった仕組みが必要となる。

【 0 0 7 4 】

また、対象とするランダムに発生するバーストエラーのほとんどが 1 0 バイト以下であるといったような場合には増加分の定数として 1 1 以上を選ぶ方が良い。

【 0 0 7 5 】

しかし、等差数列を用いた場合には、内符号として 1 8 2 バイトを例とした場合、定数として 1 を選んだ場合と 1 8 1 を選んだ場合、エラーを異なる外符号に

分散させるという目的では同一なものであることに注意する必要がある。

【 0 0 7 6 】

これは、定数として1を選択した場合、0, 1, 2, 3, 4, …, 181となり、181を選択した場合、0, 181, 180, …, 4, 3, 2, 1となり、隣接する数は、左右が異なるだけで同一になってしまうためである。

【 0 0 7 7 】

等差数列を生成する回路の一例（1を除いて、182と互いに素である数のみを使用する）を図24に示す。

【 0 0 7 8 】

この図において、8ビットレジスタ2401から出力される値が等差数列になり、内符号に応じて、つまり行によって、できるだけ異なる数列が得られるように、行アドレスの値に応じて、増加分の定数を選択し、切り替えて用いるようになっている。

【 0 0 7 9 】

また等差数列を図15のPIインターリーブ回路1517及びPIデインターリーブ回路1518に適用した例を図25、図26に示す。これは前に説明した図19、図20のM系列発生回路1901を図24の等差数列発生回路2501に置き換えただけのもので構成できる。

【 0 0 8 0 】

図15のPIインターリーブ回路1517のM系列発生回路1901として図19を例としてあげ、内符号のデータを先頭から1バイトずつM系列で対応するアドレスにデータを配列する方式を示したが、図20のPIデインターリーブ回路1518をPIインターリーブ回路1517として用いて、M系列で生成された内符号上の位置にあるデータをM系列順に並べていく方法がある。

【 0 0 8 1 】

またこれに対応するPIデインターリーブ回路1518は図19となる。

【 0 0 8 2 】

当然ではあるが、異なるM系列を用いた場合、この方法を利用した場合にも、異なる外符号上にバーストエラーを分散させる目的を達成することができる。

【 0 0 8 3 】

しかし、この方法を用いた場合、M系列の初期値を行で替えることにより、異なる外符号上にバーストエラーを分散させることはできない。

【 0 0 8 4 】

この2種類のP I インターリーブ方法の関係は、P I インターリーブ回路1517の図25、及びP I デインターリーブ回路1518の図26を用いて説明した等差数列発生回路2501でも同様である。

【 0 0 8 5 】

P I インターリーブ変換規則は1つの方式からだけではなく、紹介したM系列、等差数列を含むいくつかの組み合わせによって構成でき、それを実現する回路も各要素の組み合わせで実現できる。

【 0 0 8 6 】

また多数のP I インターリーブ変換規則生成するためにM系列発生回路1901とROM、回路で生成するアドレスデコーダ1801,1802を組み合わせても良い。

【 0 0 8 7 】

また回路からP I インターリーブ変換規則を考慮する必要があり、変換処理を高速に行うために図21が示すようにP I インターリーブを同一変換規則を用いて複数行同時に行うことも可能であり、図22が示すようにP I インターリーブを同一の内符号内で複数バイト（図22では2バイト）同時に行うことも可能である。即ち、複数バイトを組とし、該組単位で組の順序を並べ替えることを可能である。

【 0 0 8 8 】

これらは実際に回路化を行う際、必要となる処理速度に合わせて、RAMのバス幅やデータ配置を考慮して最適なP I インターリーブ方法を選択すれば良い。また実現する際の回路規模と本発明により得られる性能の向上度も考慮する必要がある。

またこれらの図では2バイト単位でのP I インターリーブをした場合の例を示しているが、実際に同一のP I インターリーブを適用される内符号数は3以上でも構わない。

【 0 0 8 9 】

この実施例を通してDVDを例に本発明を適用した場合について説明してきたが、本発明は積符号を含むデジタルデータ記録再生装置及びデジタルデータ記録再生方法で有効である。

【 0 0 9 0 】

なお、説明で用いていた内符号は、積符号の外符号の並びに従って記録メディアへの記録が行われる場合には外符号にあたることになることに注意されたい。また、PIインターリーブ回路1517、PIデインターリーブ回路1518ではM系列、等差数列を用いた信号処理回路を例示して説明したが、他の擬似乱数発生回路等を用いても構わない。

【 0 0 9 1 】

【発明の効果】

積符号の各行を各行毎に異なる規則でバイトインターリーブし、数バイトから数10バイト程度の短いバーストエラーが各々の行で出来るだけ異なるように分散することで、バースト訂正長を変えずに、従来、訂正不能が発生する場合においても、エラーの数が平均化されるため全てのエラーを訂正できる確率が高くなる。また、ランダムエラーに対して優れた能力をもつ繰り返し訂正も、従来よりも多くの場合、同等もしくは少ない回数の繰り返しで全てのエラーを訂正することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明をDVDで利用した場合の記録時のデータ処理フローを示した図。

【図2】

PIインターリーブの一例を示した図。

【図3】

DVDの記録時のデータ処理フローを示した図。

【図4】

スクランブル後のデータユニット1を表す図。

【図 5】

スクランブル後の 1 6 データユニット 1 を表す図。

【図 6】

ECC ブロックを表す図。

【図 7】

1 6 データユニット 2 を表す図。

【図 8】

データユニット 3 を表す図。

【図 9】

DVD の再生時のデータ処理フローの一例を示した図。

【図 1 0】

短いバーストエラーと長いバーストエラーに対して P I インターリーブしたときの効果を示す図。

【図 1 1】

P I インターリーブ後の 1 E C C ブロックを表す図。

【図 1 2】

本発明を D V D で利用した場合の再生時のデータ処理フローを示した図。

【図 1 3】

P I インターリーブを解除する処理の一例を示した図。

【図 1 4】

P I インターリーブ後のデータユニット 2 の一例を示した図。

【図 1 5】

本発明を適用した D V D 記録再生装置の一例を示した図。

【図 1 6】

M 系列発生回路の例を示した図。

【図 1 7】

M 系列発生回路の例を示した図。

【図 1 8】

アドレスデコーダを用いてアドレス生成回路を構成した場合の一例を示した図

【図 1 9】

P I インターリーブ回路の一例を示した図。

【図 2 0】

P I デインターリーブ回路（P I インターリーブを解除する回路）の一例を示した図。

【図 2 1】

2つの内符号を1つのP I インターリーブ変換規則で行うP I インターリーブの一例を示した図。

【図 2 2】

1つの内符号を2バイト単位で行うP I インターリーブの一例を示した図。

【図 2 3】

M系列発生回路の一例を示した図。

【図 2 4】

等差数列発生回路の一例を示した図。

【図 2 5】

P I インターリーブ回路の一例を示した図。

【図 2 6】

P I デインターリーブ回路（P I インターリーブを解除する回路）の一例を示した図。

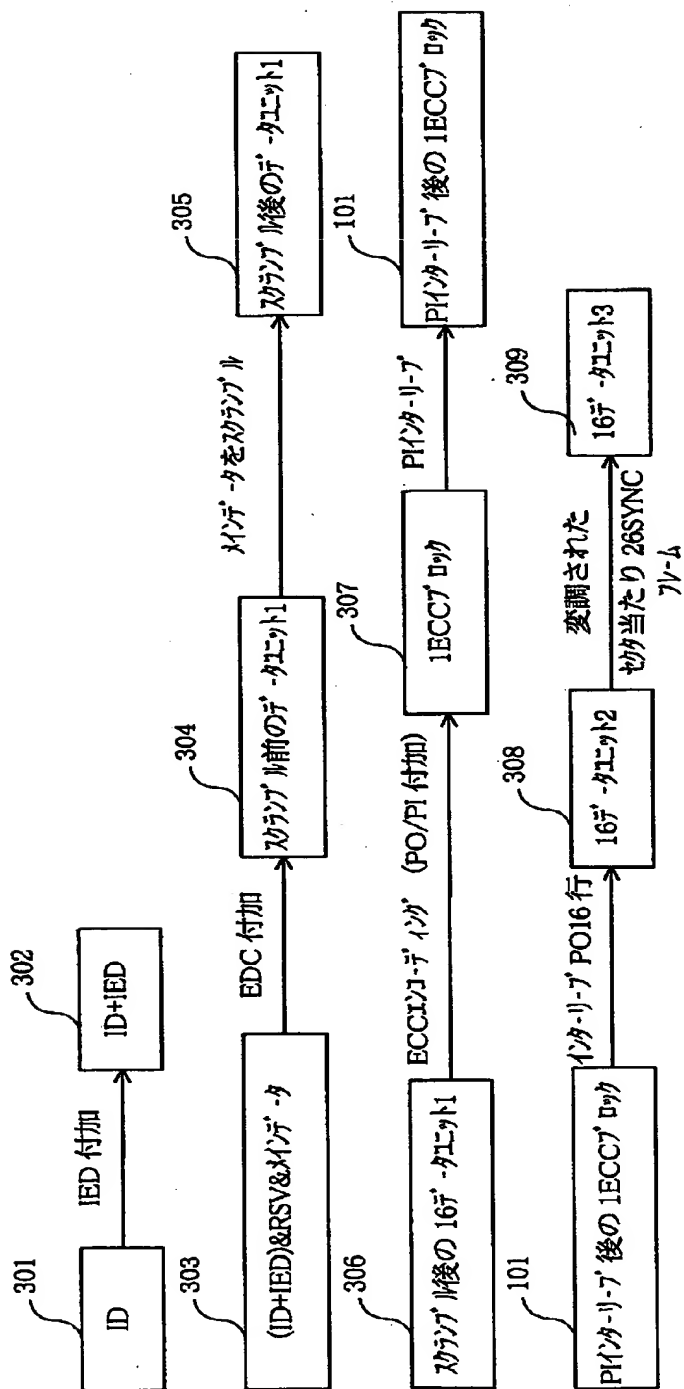
【符号の説明】

1501…DVD, 1502…ピックアップ, 1503…スピンドルモータ, 1504…サーボ, 1505…リードチャネル, 1506…デコーダ, 1507…I D検出回路, 1508…デコード処理回路, 1509a…RAM, 1509b…RAM, 1511…エンコーダ, 1512…変調回路, 1513…エンコード処理回路, 1514…LDドライバ, 1515…インターフェース, 1516…マイコン, 1517…P I インターリーブ回路, 1518…P I デインターリーブ回路, 1601…レジスタ, 1602…E X O R, 1701…インバータ, 1904…論理和回路。

【書類名】 図面

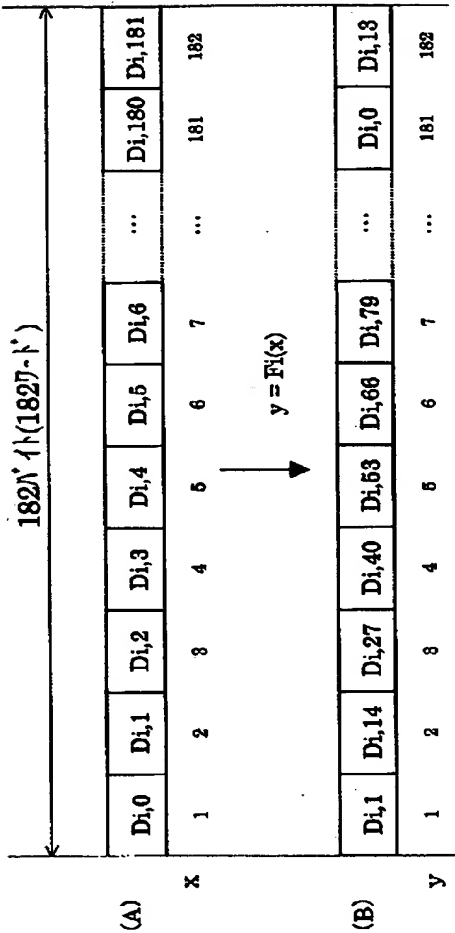
【図 1】

図 1



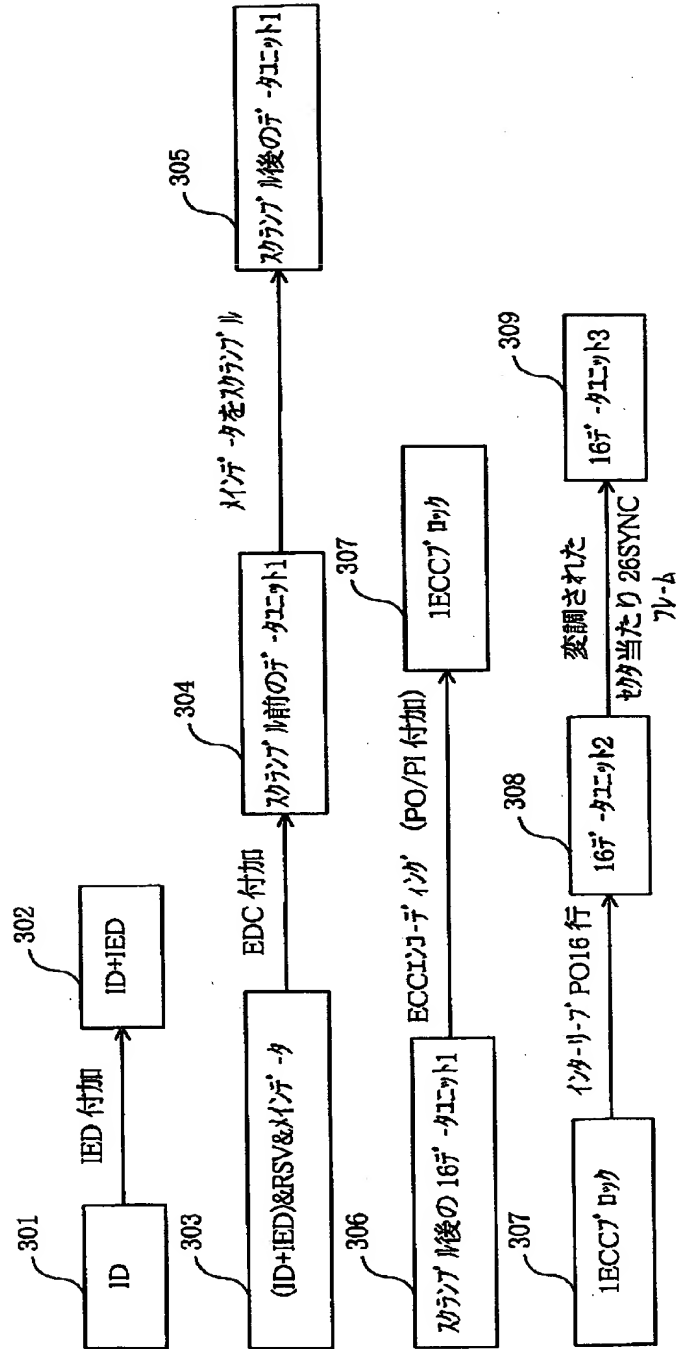
【図 2】

図 2

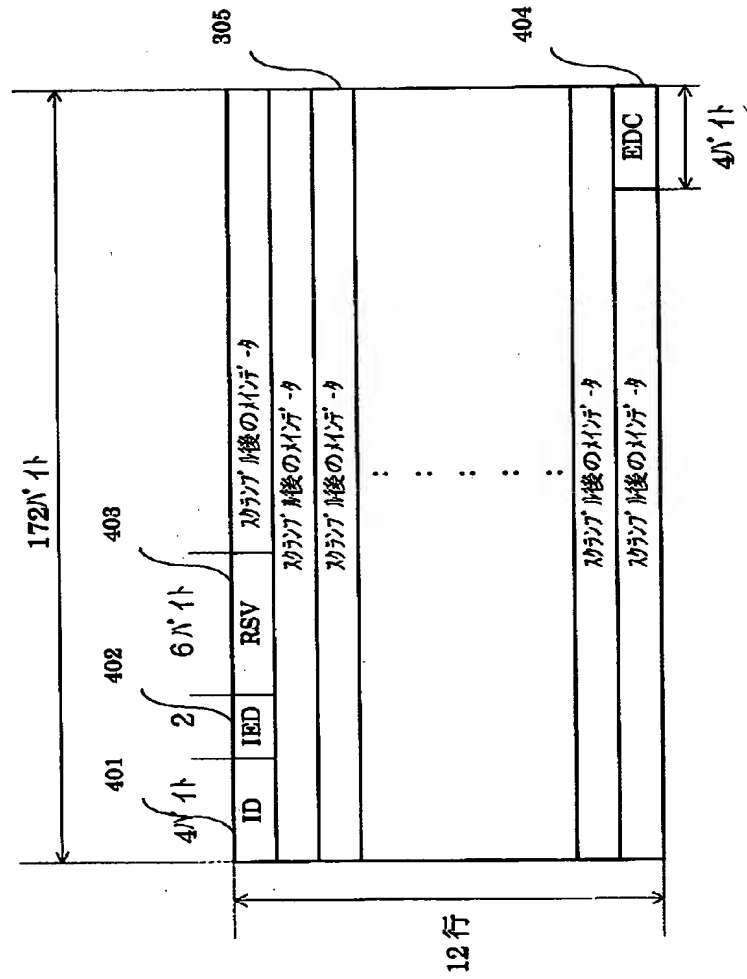


【図 3】

図 3

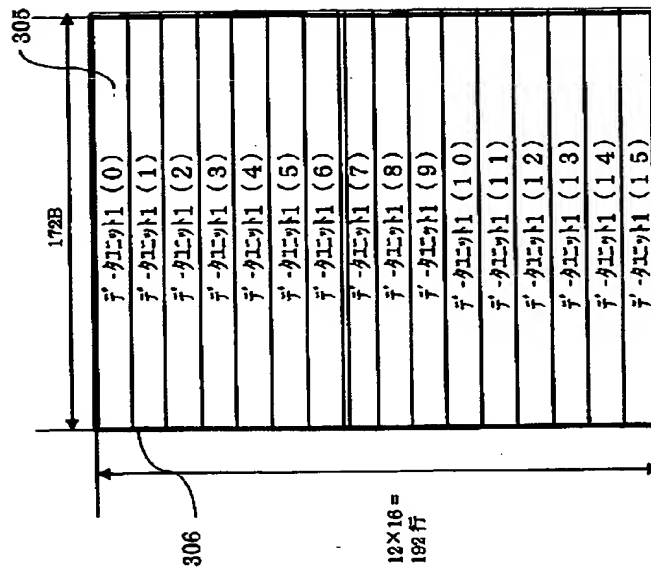


【図4】

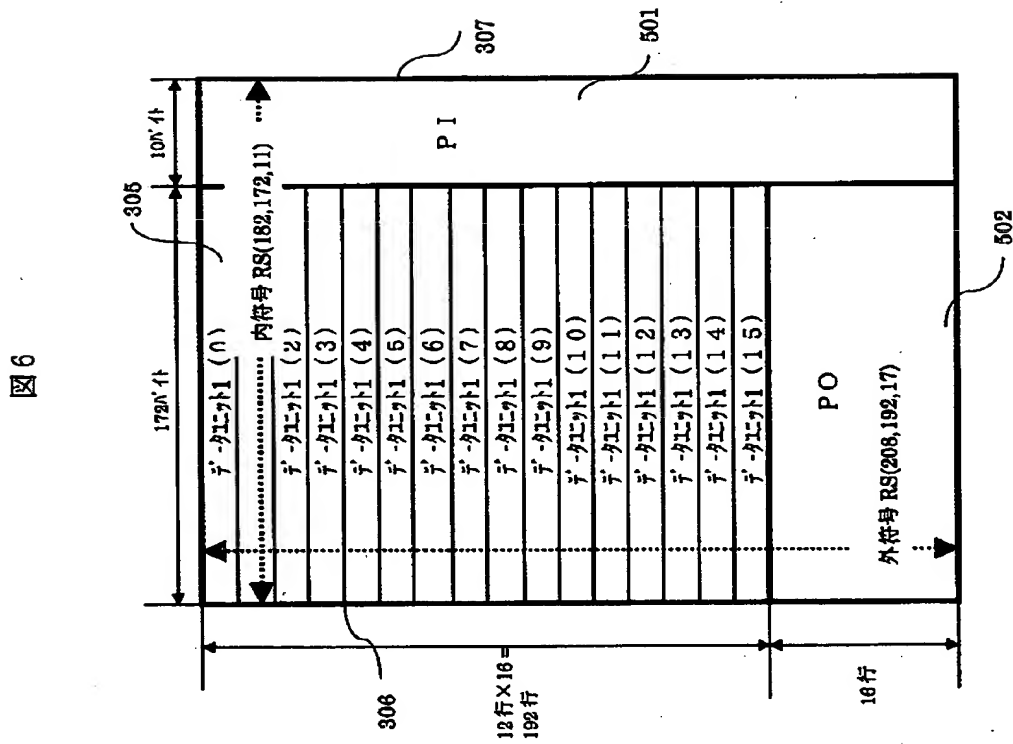


【図 5】

図 5

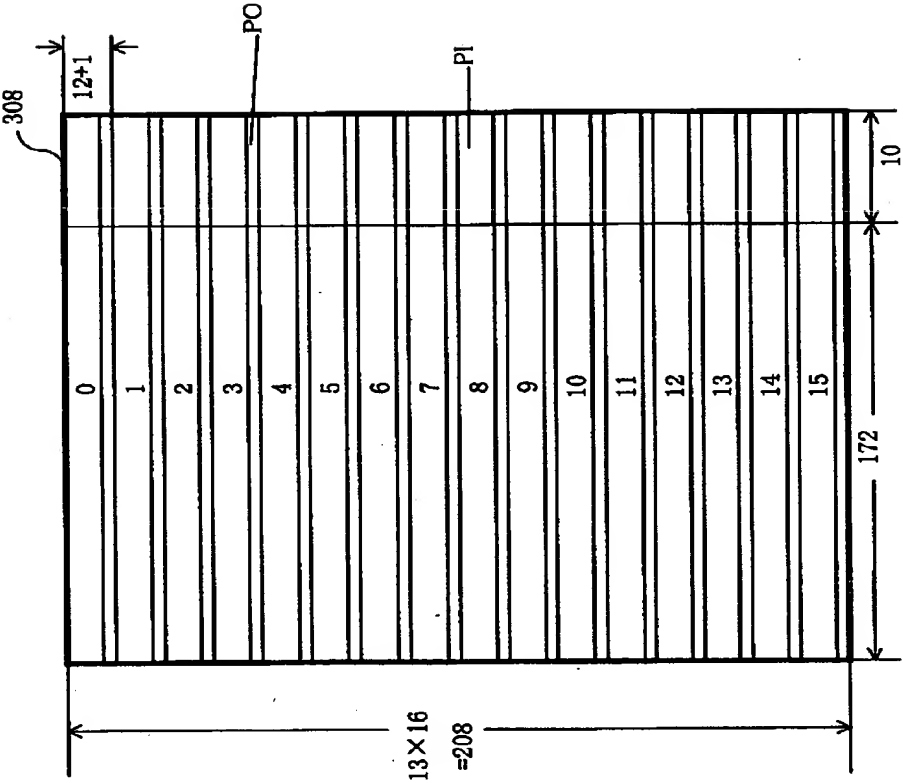


【図 6】



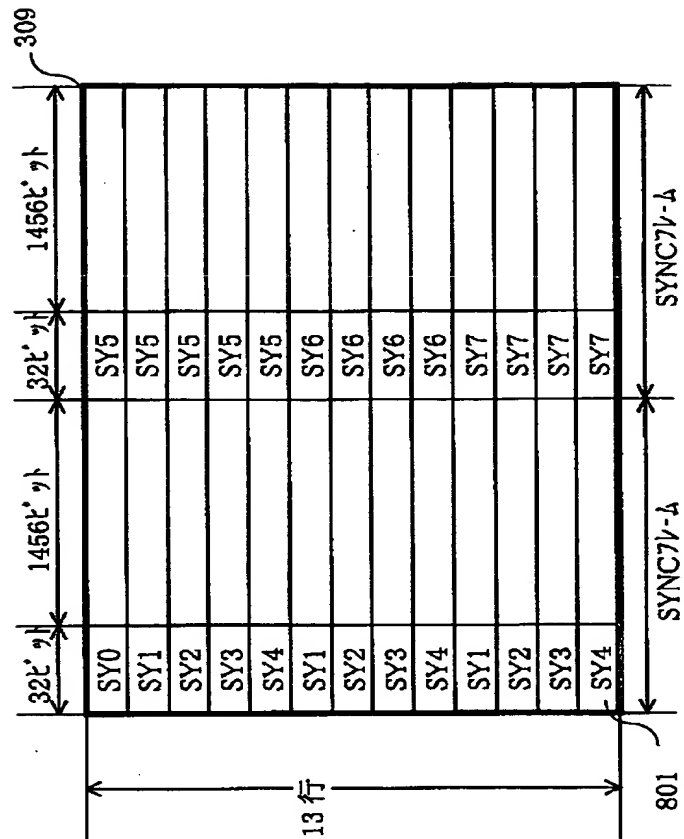
【图 7】

图 7



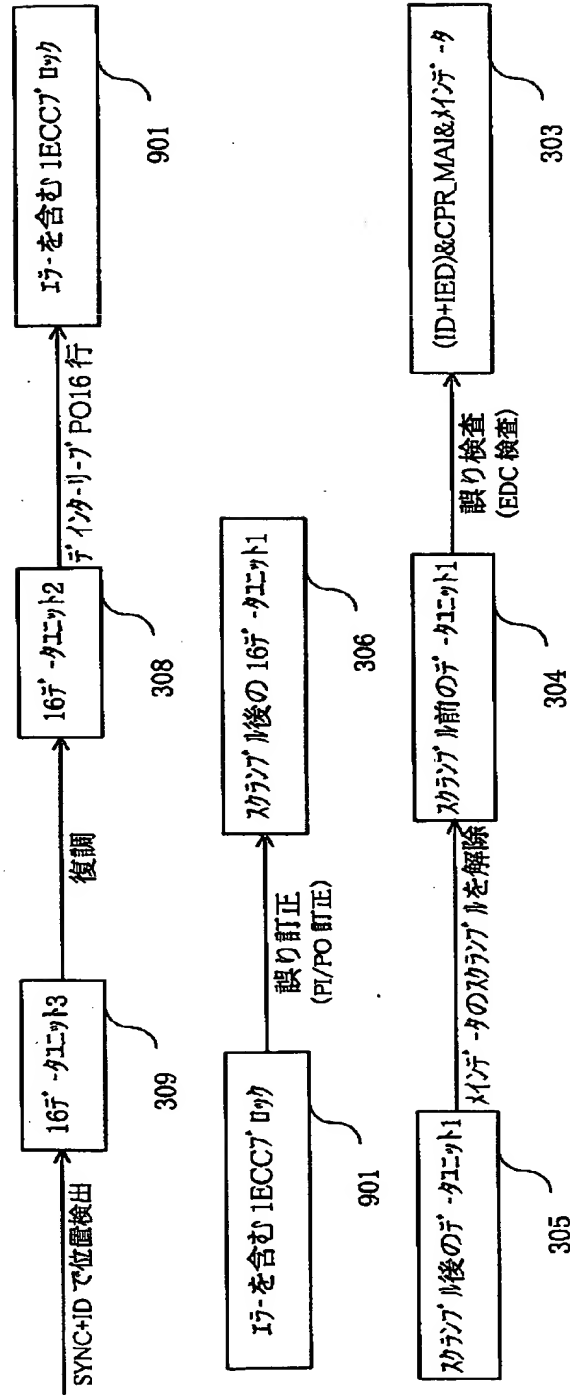
【図 8】

図 8

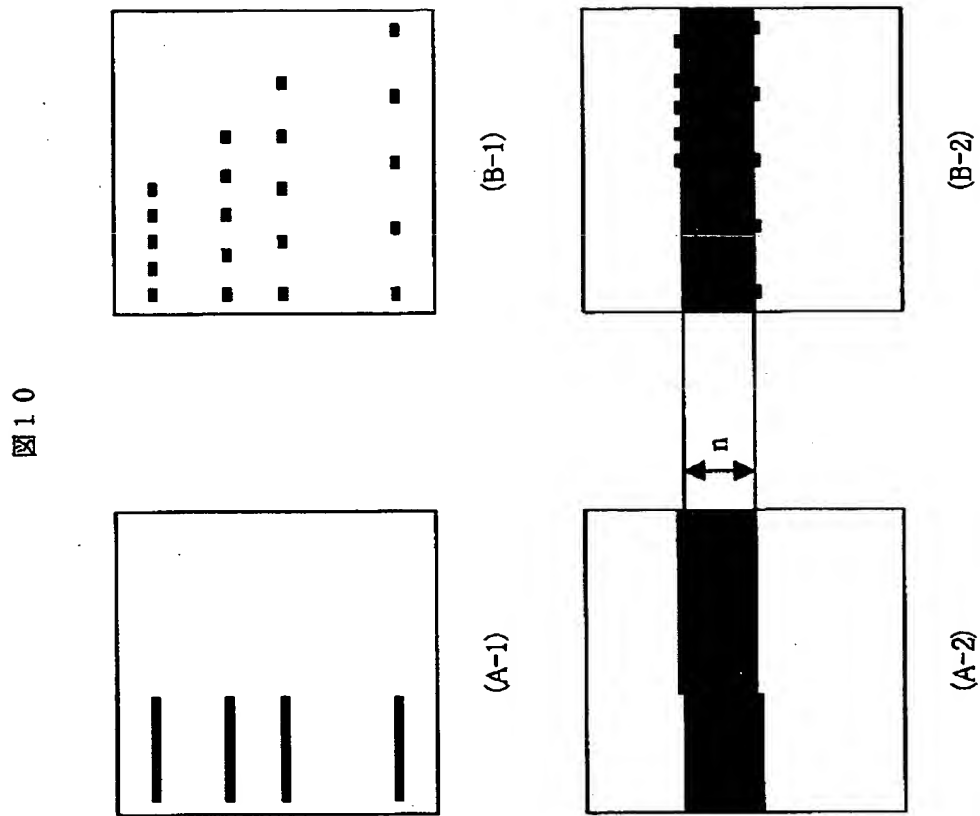


【図 9】

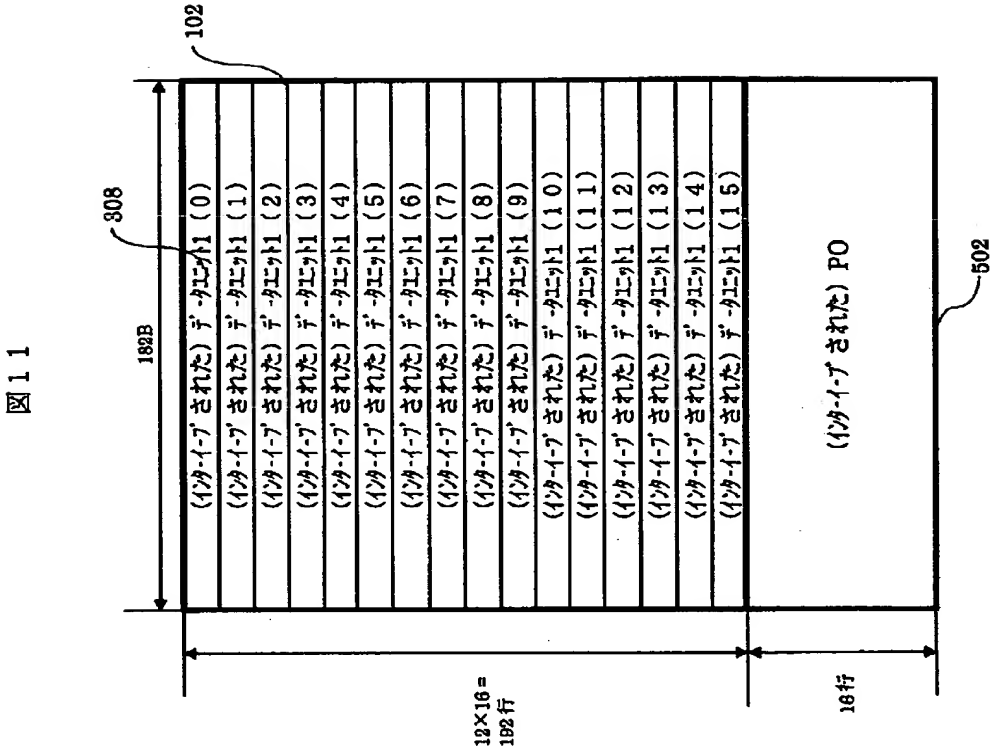
図 9



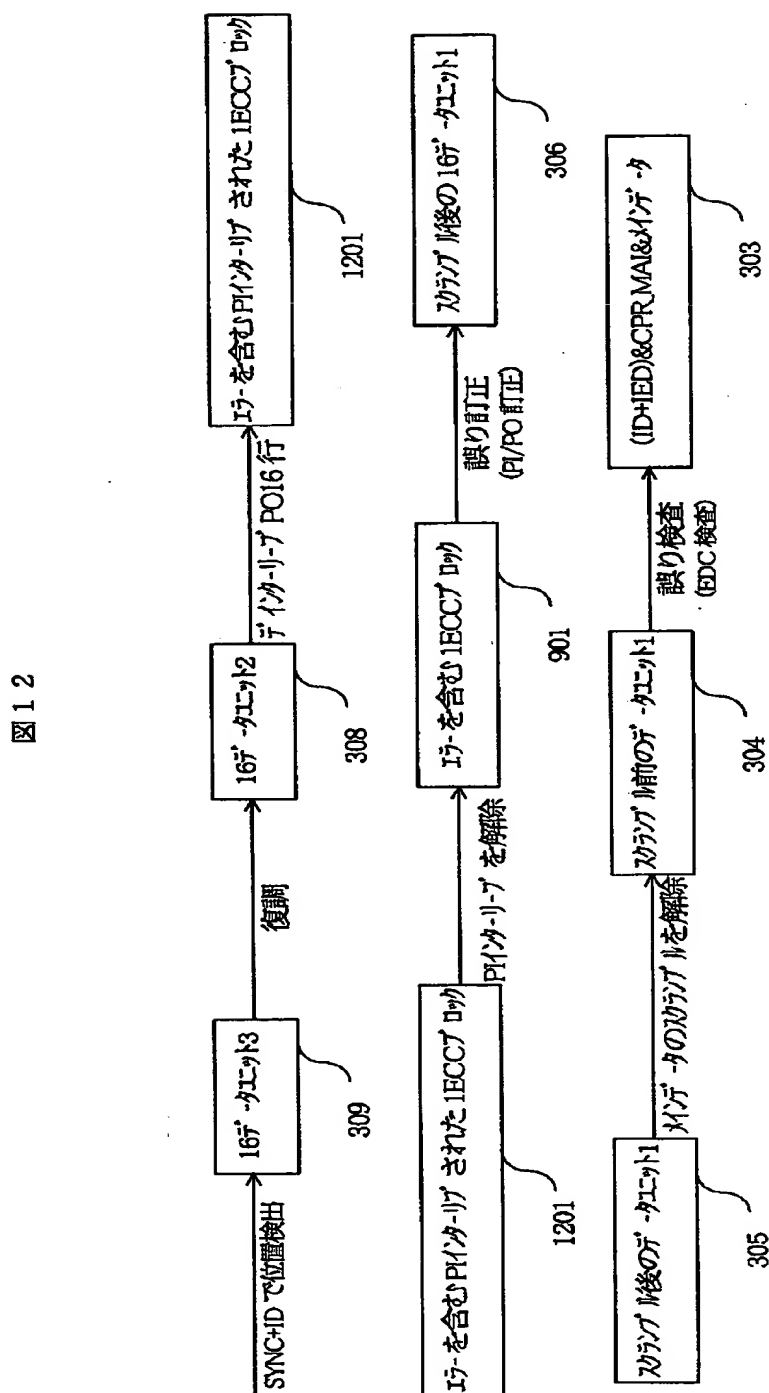
【図 1 0】



【 図 1 1 】

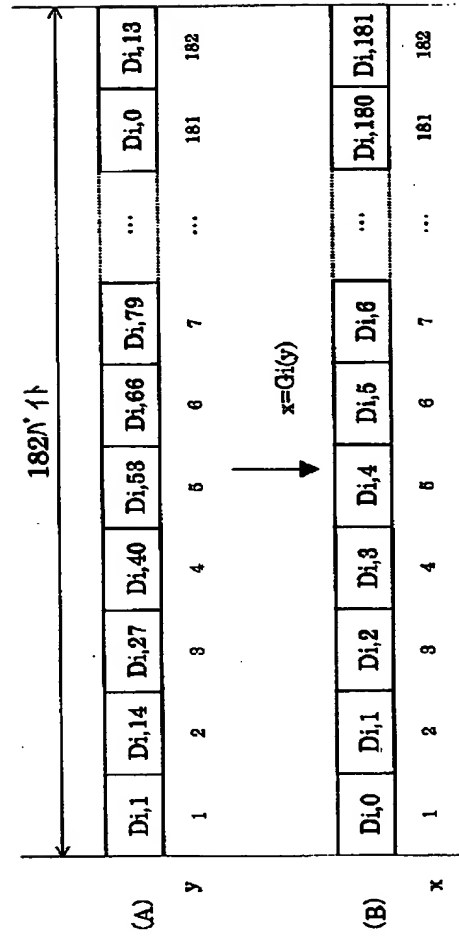


【図 12】

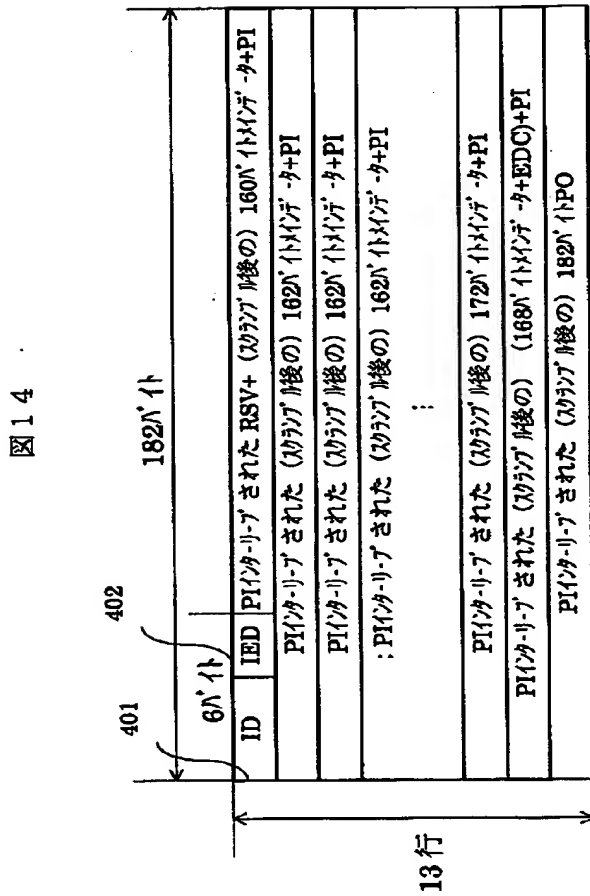


【図 1 3】

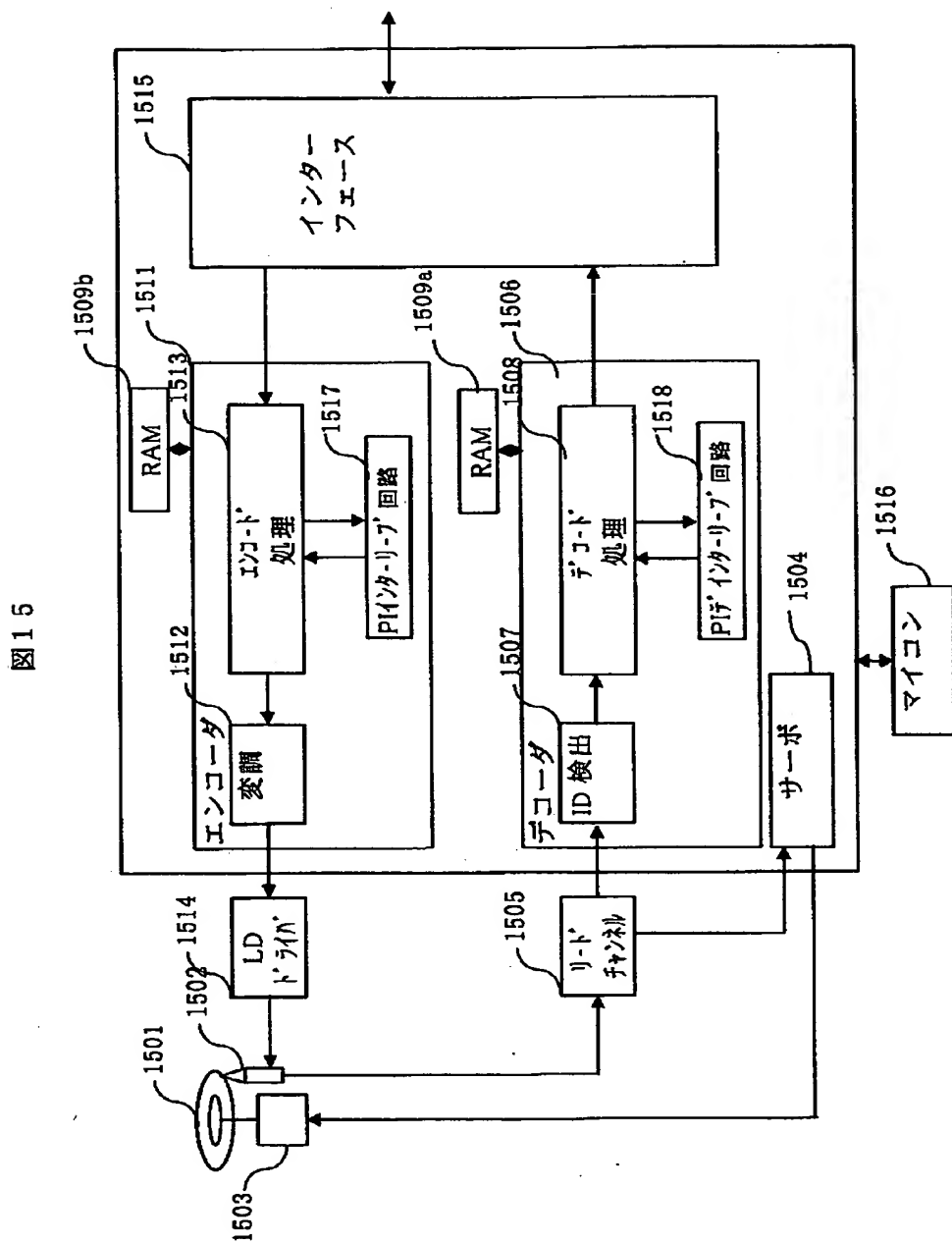
図 1 3



【圖 14】

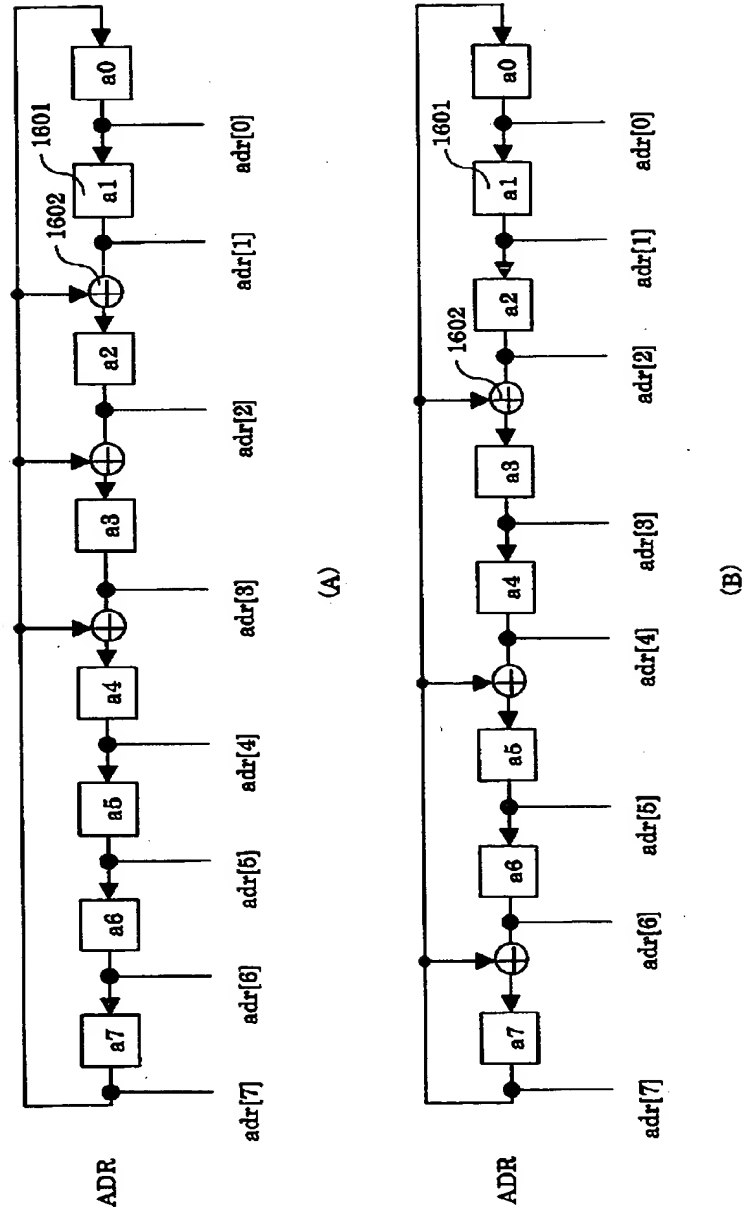


【図15】

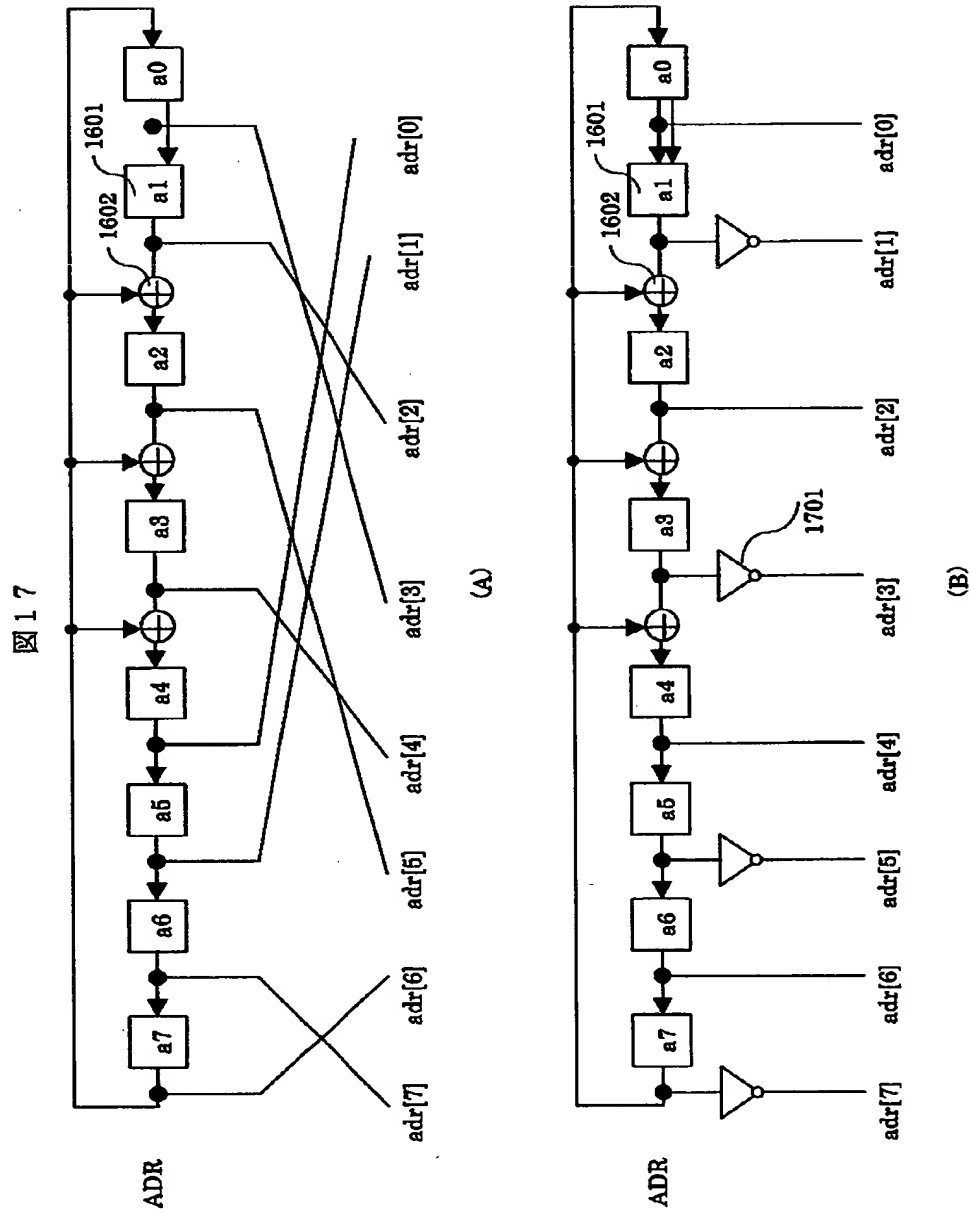


【図 16】

図 16

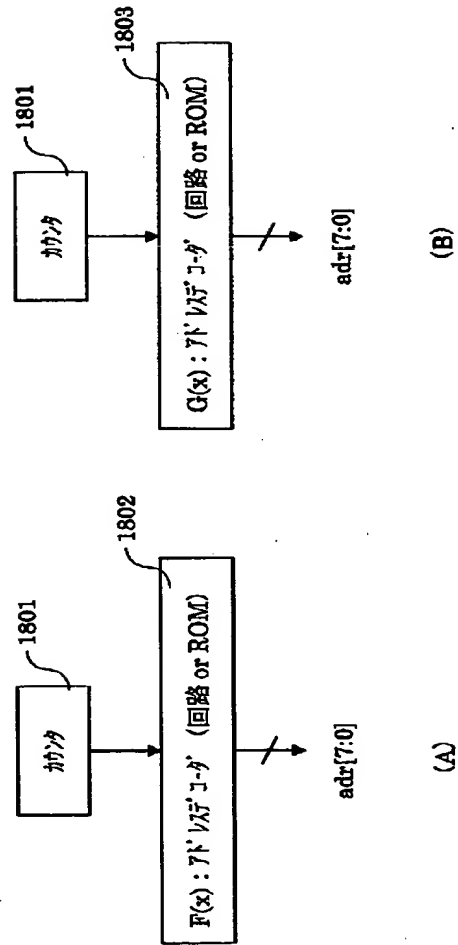


【図 17】



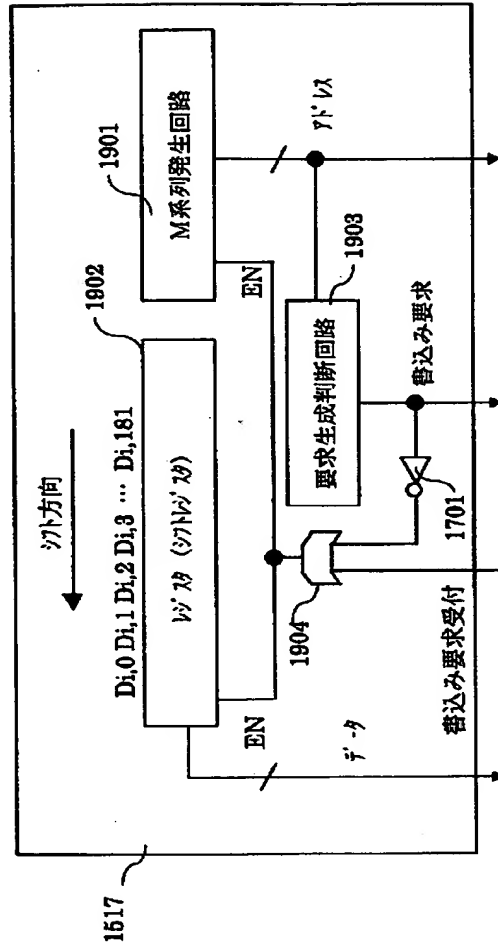
【図 1 8】

図 1 8



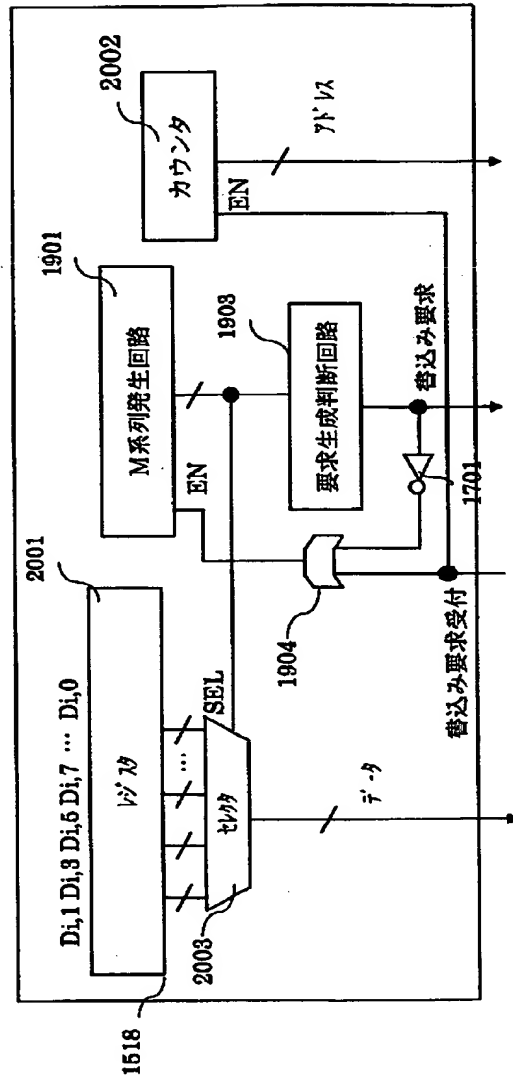
【図19】

図19



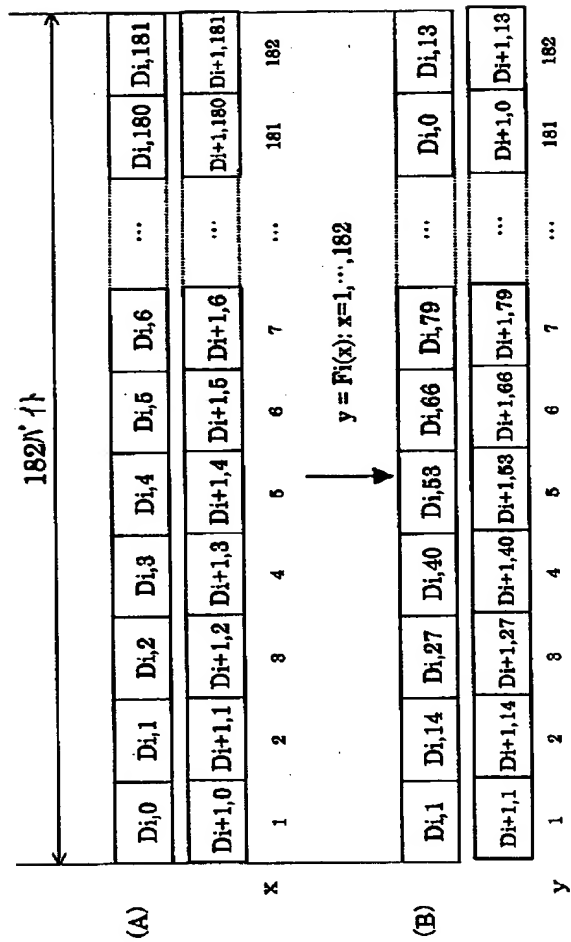
【図20】

図20



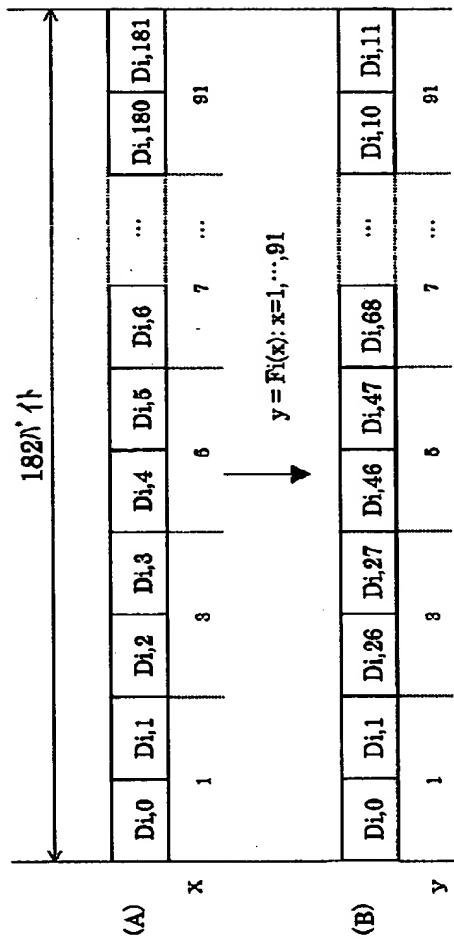
【 図 2 1 】

図 2 1

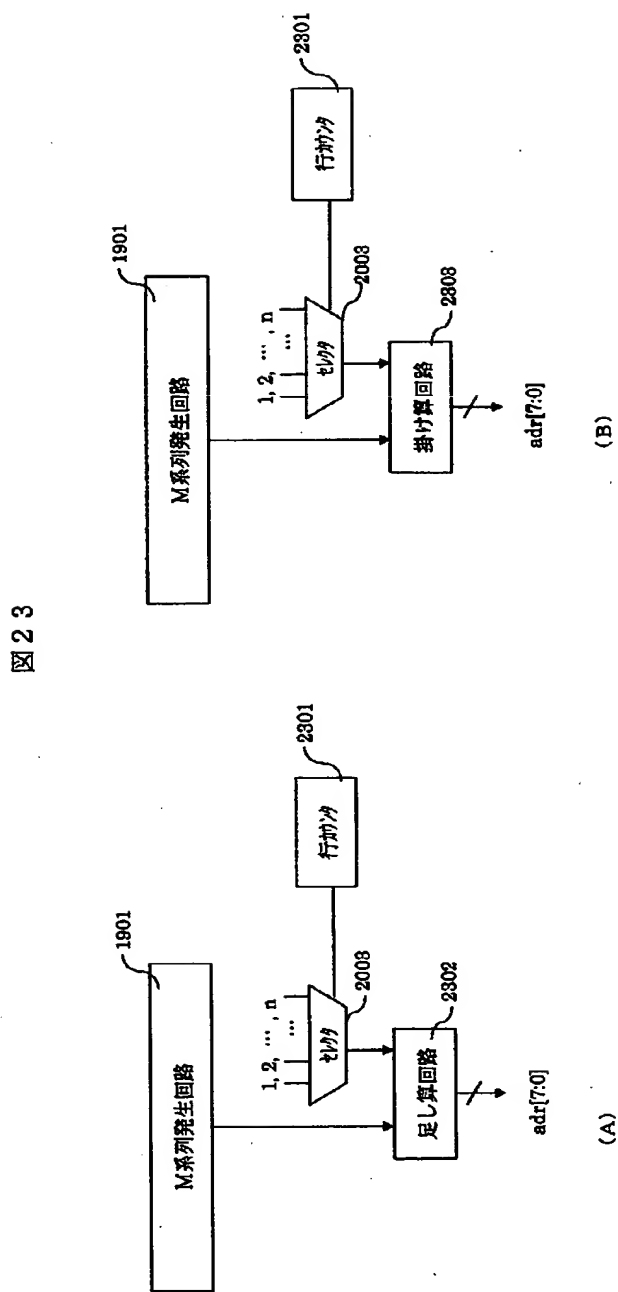


【図 2 2】

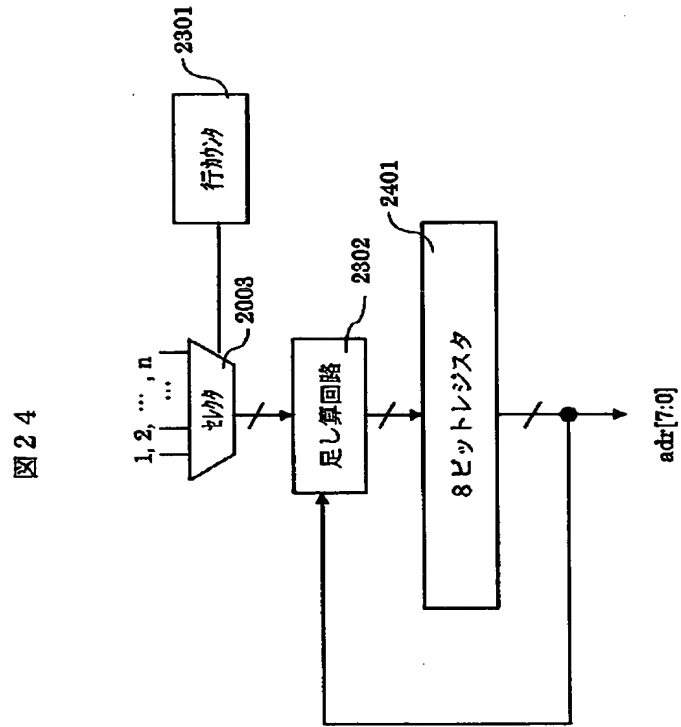
図 2 2



【図 2 3】

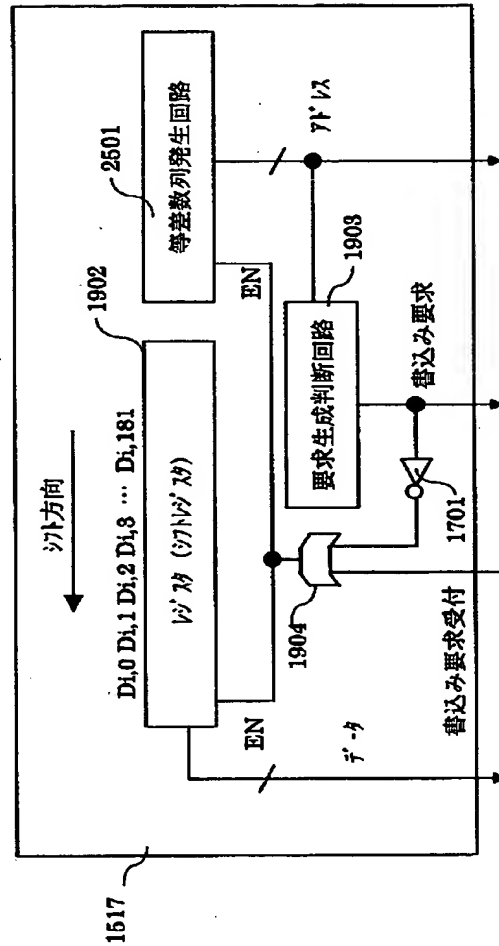


【図 2 4】



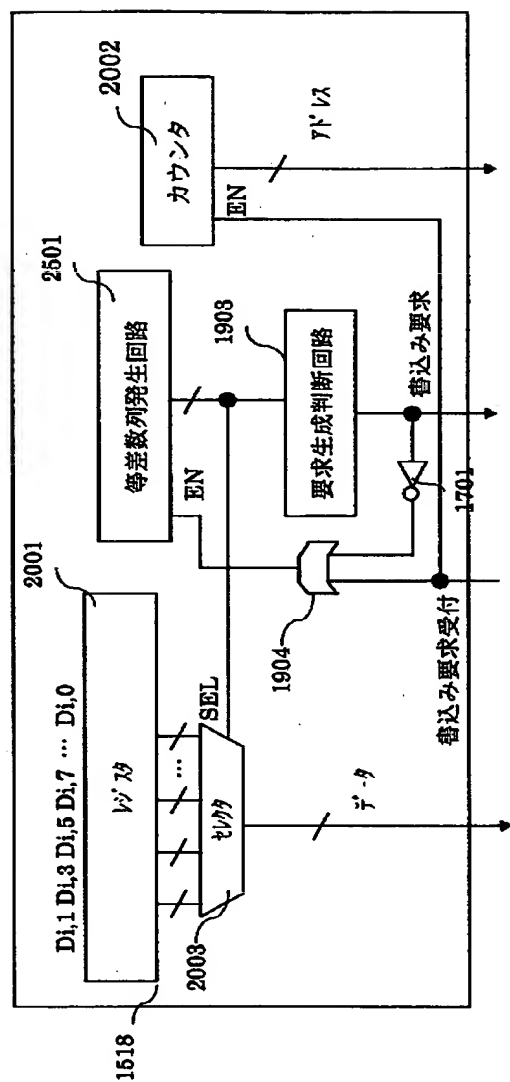
【図 25】

図 25



【図 26】

図 26



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

現行の誤り訂正では、ランダムに短いバーストエラーが発生する場合、エラーが重なる箇所が多い場合、多くの P O 訂正で訂正不能となる場合が生じる。またこのとき誤り訂正の後に多くのエラーが E C C ブロック上に残るため、繰り返し訂正を行っても効果が薄い場合がある。

【解決手段】

2 0 8 行の E C C ブロックの各 P I 符号に対し、P I 符号上でデータのインターリーブを行いエラーを P I 符号上で分散させることで短いバーストエラーをランダムエラーに変換する。またこれをできるだけ異なるインターリーブ規則を用いて各 P I 符号に対して行うことにより、バーストエラーの訂正長は変えずに傷、埃などが原因となって生じる数バイトから数 1 0 バイト程度のランダムに発生するエラーに対する訂正能力を高めることが可能となる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所